

# Progetto di riqualificazione dell'Ex Mattatoio di Roma

A. V. Bergami<sup>1\*</sup>, G. Conte<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *University of Roma Tre, Department of Architecture, Rome, Italy*

<sup>2</sup> *University Telematica Guglielmo Marconi, Department of Sustainability Engineering*

\* *Corresponding author, E-mail: [alessandro.bergami@uniroma3.it](mailto:alessandro.bergami@uniroma3.it)*

**ABSTRACT:** L'intervento di riqualificazione descritto in questo articolo è stato realizzato fra il 2011 e il 2013 si inserisce all'interno del sistema di trasformazione dell'Ex Mattatoio di Roma, dismesso nel 1975, ed aperto a nuove funzioni ed attività dedicate alla cultura ed alle arti. In particolare questo intervento ha interessato tre dei padiglioni esistenti denominati 2b, 4 e 8 oggi dedicati ad aule e laboratori per la Facoltà di Architettura dell'Università Roma Tre.

Di particolare interesse sono i padiglioni 2B e 8, realizzati con struttura in muratura portante ad un solo piano e copertura a falde sorrette da capriate che coprono l'intera luce. Le coperture sono in c.a. nel caso del padiglione 2B ed in acciaio con capriate tipo "Polonceau" nel caso del padiglione 8.

L'intervento di consolidamento ha riguardato l'intera struttura portante dei padiglioni, sono state utilizzate tecniche tradizionali utilizzando il c.a. come materiale principale. In particolare, nel padiglione 8 l'aula magna ad uso della Facoltà di Architettura, l'intervento è stato eseguito interamente in cemento armato gettato in opera, con il quale è stato possibile realizzare la gradinata, che in parte sostenuta da setti che spiccano da una nuova fondazione a platea ed in parte in aggetto.

L'impiego del c.a. gettato in opera ha trovato convenienza nel limitare al minimo la movimentazione di elementi di grandi dimensioni all'interno di un'area, che durante i lavori è rimasta in uso alla stessa Facoltà di Architettura e che non ha visto nessuna interruzione della normale attività didattica. / The structural retrofitting activity, described in this paper, has been carried out between 2011 and 2013 within a wider project of requalification of the old slaughterhouse of Rome, closed on 1975 and now converted for cultural and artistic activities. In particular the activity on three buildings named pavilion 2b, 4 and 8, now belonging to the Faculty of Architecture of University Roma Tre, will be described in this paper. Pavilion 2b and 8 are single storey masonry buildings with a gable roof. The original roof is in realized with r.c. elements only in pavilion 8 whereas, the others, are supported by with steel trusses. The structural retrofitting has been designed according to traditional techniques using the r.c. as principal structural material. In particular, in pavilion 8, has been realized the aula magna of the faculty characterized by an extended bleachers realized with an r.c. slab, casted in place, supported by r.c. shear walls rising from new foundation. The paper highlights as the use of r.c. permitted to realize the structural project with a limited movement of large prefabricated elements inside a critical area: the university was operative and the construction site was confined in a very small area according to the common activity of a university space.

**KEYWORDS:** adeguamento sismico, adeguamento strutturale, calcestruzzo armato /seismic retrofitting, structural retrofitting, reinforced concrete

## 1 INTRODUZIONE

L'intervento ha interessato la riqualificazione dell'Ex Mattatoio in Roma, ed in particolare il recupero e la rifunzionalizzazione dei padiglioni denominati 2B, 4 e 8 da adibire a nuove aule e laboratori per la Facoltà di Architettura dell'Università Roma Tre.

Gli edifici sono stati concessi all'Università degli Studi di Roma Tre dal Comune di Roma e, l'Accordo di Programma unitamente al Piano di Utilizzazione redatto dall'Amministrazione, hanno stabilito le regole e le modalità dell'intervento.

Il progetto ha previsto la conservazione dell'attuale impianto e gli interventi fatti sono stati essenzialmente volti al restauro e al recupero di quanto resta del progetto originario del 1888 dell'architetto Gioacchino Ersoch.

Le facciate e gli elementi decorativi sono stati restaurati filologicamente secondo il progetto originale, in particolare la demolizione del padiglione 23 ha permesso il ripristino del prospetto originale dell'intero complesso verso l'esterno ed ha consentito il collegamento pedonale tra via Manuzio e piazza Giustiniani.

Nel quadro complessivo del recupero del complesso monumentale dell'Ex-Mattatoio di Testaccio il progetto si è posto i seguenti obiettivi:

- recuperare quanto più possibile l'aspetto originario dei padiglioni così come concepito dall'arch. Gioacchino Ersoch, mantenendo l'unitarietà dell'intero complesso;

- rendere evidenti le tracce lasciate dalle trasformazioni che i padiglioni hanno subito nel corso dei suoi centoventi anni di vita, legate alle mutate esigenze di funzionamento come Mattatoio di Roma;

- conciliare le esigenze di funzionalità della nuova Facoltà di Architettura con la leggibilità di un manufatto di archeologia industriale di importanza primaria.



Figura 1. Vista di fine 800 del complesso dell'Ex Mattatoio / view of the old slaughterhouse of Rome, end of the '800

## 2 DESCRIZIONI DEGLI INTERVENTI

Di interesse di questo articolo sono gli interventi eseguiti nei Padiglioni 2B e 8.

### Padiglione 2B

Si è proceduto ad un intervento volto alla conservazione dell'attuale impianto ad ambiente unico, con l'inserimento soltanto di divisori leggeri e prevalentemente trasparenti. Conseguentemente gli interventi strutturali hanno riguardato soltanto le parti di edificio esistente e sono stati essenzialmente volti al restauro e al recupero dell'esistente.

L'edificio ha una struttura in muratura ad un piano su fondazioni anch'esse in muratura. La copertura ha struttura principale realizzata con doppie capriate in c.a. di luce 12 m circa ad interasse di 8.50 m circa e struttura secondaria in profili di acciaio.



Figura 2. Vista Padiglione 2B/ View Pavilion 2B

Lo stato di conservazione delle capriate in c.a. è caratterizzato dalla presenza di fessurazioni localizzate soprattutto nei nodi e dalla presenza di un evidente

stato di deterioramento all'estradosso delle stesse. Le armature presentano importanti fenomeni di ossidazione. Anche l'orditura secondaria e terziaria, realizzata attraverso profili metallici è risultata in avanzato stato di ossidazione per le quali ne è stata prevista la totale sostituzione.

La campagna di prove di laboratorio sul c.a. e sull'acciaio delle strutture della copertura ha fornito risultati con valori massimi di resistenza a compressione di 15.4-18.4 MPa (vedi tab. 1) per il c.a.

Table 1. Prove di laboratorio sul c.a. e delle strutture della copertura/ Experimental result on r.c. of the roof

Campione n°	H mm	D mm	kN	Resistenza (N/mm <sup>2</sup> )	Peso g
1	120	94	127,6	18,4	1782
2	150	94	117,5	16,9	2273
3	143	94	106,8	15,4	2157

I valori di snervamento e di rottura dell'acciaio da c.a. sono risultati rispettivamente di 300-320 MPa e di 370-400 MPa (vedi tab.)

Table 2. Prove di laboratorio sull'armatura del c.a. delle strutture della copertura/ Experimental result on reinforcing bars of the roof

Diam. Provino	Diam. effett. mm	Sezione mm <sup>2</sup>	Peso al mt. g	Snervamento fy N/mm <sup>2</sup>	Rottura ft N/mm <sup>2</sup>
12	11,69	107,3	842	299,9	370,7
12	12,07	114,5	899	319,4	400,7

Diam. Provino	A %	Piegamento		ft/fy	fy/fyk
		Mandrino mm	Esito <sup>e</sup>		
12	24,5	60	AC	1,24	0,67
12	25,2	60	AC	1,25	0,71

Considerata l'epoca di costruzione e le caratteristiche meccaniche dei materiali comunemente usati in quegli anni, si può presumere che il materiale abbia conservato inalterate le caratteristiche meccaniche originarie.

Per eseguire l'analisi strutturale, l'edificio è stato modellato conformemente alle caratteristiche delle strutture stesse, con elementi finiti tipo Shell e tipo Frame. Si è scelto di utilizzare per le murature un legame costitutivo non lineare e proceduto quindi ad un'analisi di tipo statico non lineare. L'analisi di vulnerabilità sismica

è stata eseguita mediante push-over. Sulla base dei risultati ottenuti, si è scelto il tipo di intervento di consolidamento da applicare alle murature.

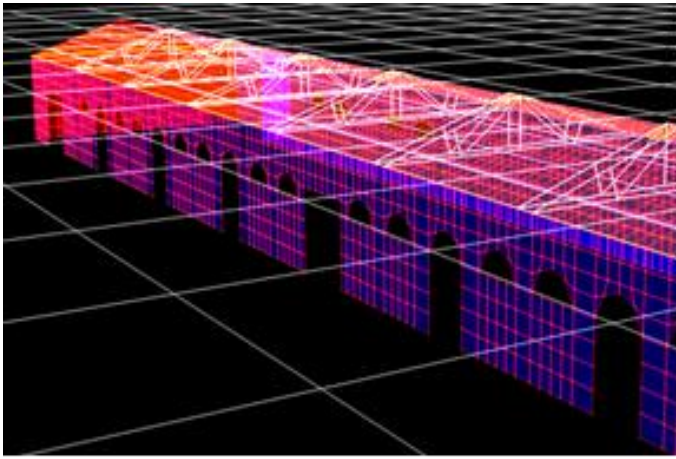


Figura 3. Modello numerico del Padiglione 2B/ Numerical model of Pavilion 2B

La struttura di copertura è stata invece analizzata separatamente rispetto al modello generale. Per le sollecitazioni esterne si è fatto riferimento a carichi di progetto conformi alla NTC2008, sulla base dei quali si è provveduto alla messa a punto dei necessari interventi, tra cui: ricostruzione dei copriferris con malta tipo Emaco Tixotropica R90, messa in opera di un doppio tirante in Acciaio S355 Diametro 35mm per ogni coppia di capriate, integrazione delle catene esistenti in c.a.

Si riportano di seguito l'andamento delle caratteristiche delle sollecitazioni della trave reticolare di copertura sollecitata dai carichi di progetto previsti nella NTC 2008. Dall'analisi condotta, come si può vedere di seguito, risultano adeguatamente dimensionati tutti gli elementi a meno della catena inferiore, la quale è stata integrata con un nuovo tirante metallico in acciaio S355 del diametro di 35mm.

Per le caratteristiche meccaniche dei materiali si è fatto riferimento a quanto emerso dalle indagini di laboratorio effettuate direttamente sulla struttura della capriata.

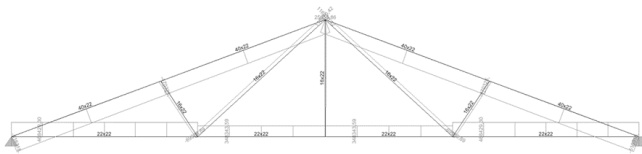


Figura 4. Sollecitazione normale alle aste della capriata/ Axial load on truss elements

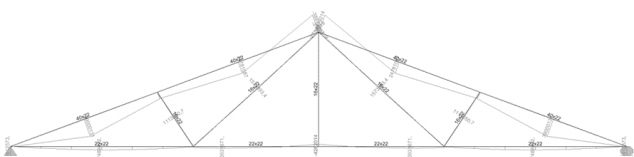
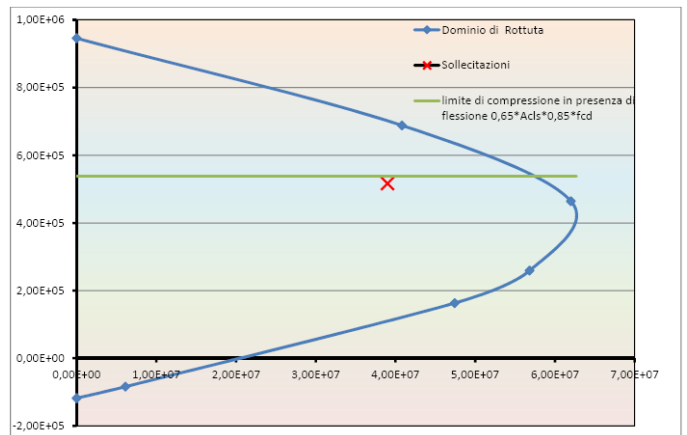


Figura 5. Momento flettente sulle aste della capriata/ Bending moment on truss elements

VERIFICA A PRESSO FLESSIONE DEL PUNTO COMPLESSO		
H	400 mm	altezza sezione
b	220 mm	larghezza sezione
c	20 mm	copriferris
d	380 mm	altezza utile
A <sub>s</sub>	226 mm <sup>2</sup>	armatura tesa (inferiore)
A <sub>s</sub> '	226 mm <sup>2</sup>	armatura compressa (superiore)
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO		
N <sub>d</sub>	516.318,00 N	compressione
M <sub>d,x</sub>	39.000.000,00 N*mm	momento sollecitante

$\rho$	0,00	rapporto geometrico d'armatura (A <sub>s</sub> )
$\sigma_s$	230,54 N/mm <sup>2</sup>	tensione armatura tesa (A <sub>s</sub> )
$\omega_s$	0,06	rapporto meccanico d'armatura (A <sub>s</sub> )
$\xi$	0,86	percentuale sezione compressa
X	325,53 mm	posizione asse neutro
z	255,50 mm	braccio risultanti interne C-F
C	568.419,35 N/mm <sup>2</sup>	risultante di compressione su A <sub>s</sub> ' e sul cls
F	568.419,35 N/mm <sup>2</sup>	risultante di trazione su A <sub>s</sub>
M <sub>r</sub>	145.232.891,02 N*mm	momento resistente
$M_r \geq M_{d,x} + N_{d,x} * (H/2 - c)$		VERO
$0,65 * A_{cl,s} * \beta * f_{cd}$		538.061,33 N
$N_{d,x} \leq 0,65 * A_{cl,s} * \beta * f_{cd}$		VERO
$0,80 * A_{cl,s} * \beta * f_{cd} + A_{s,tot} * f_{yd}$		780142,3768 N
$N_{d,x} \leq 0,80 * A_{cl,s} * \beta * f_{cd} + A_{s,tot} * f_{yd}$		VERO



VERIFICA A TRAZIONE: DIMENSIONAMENTO TIRANTE		
H	220 mm	altezza sezione
b	220 mm	larghezza sezione
c	20 mm	copriferris
d	200 mm	altezza utile
A <sub>s</sub>	226 mm <sup>2</sup>	armatura tesa (inferiore)
A <sub>s</sub> '	226 mm <sup>2</sup>	armatura compressa (superiore)
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO		
S <sub>d</sub>	450.463,13 N	trazione
A <sub>s,tot</sub> * f <sub>yd</sub>	117.913,04	sforzo max assorbito dall'armatura
$S_{d,x} < A_{s,tot} * f_{yd}$		<b>FALSO</b> è necessario l'inserimento di un tirante
d <sub>tirante</sub>	45 mm	diametro tirante
A <sub>s,tirante</sub>	1.590,43 mm <sup>2</sup>	area tirante
A <sub>s,tirante</sub> * f <sub>yd</sub>	414.895,12 N/mm <sup>2</sup>	sforzo max assorbito dal tirante
$S_{d,x} < A_{s,tot} * f_{yd} + A_{s,tirante} * f_{yd}$		VERO

Figura 6. Verifiche strutturali degli elementi/ Structural analysis on truss elements

Si riportano di seguito alcuni dettagli dell'intervento sulla capriata attraverso l'inserimento del tirante metallico aggiuntivo. Come evidenziato nell'immagine allegata, l'intervento si presenta poco invasivo, riconoscibile e rimovibile, caratteristiche che rendono assolutamente efficace dal punto di vista del restauro conservativo.

Figura 9. Immagine del recupero delle capriate/ View of the recovery activity of the trusses

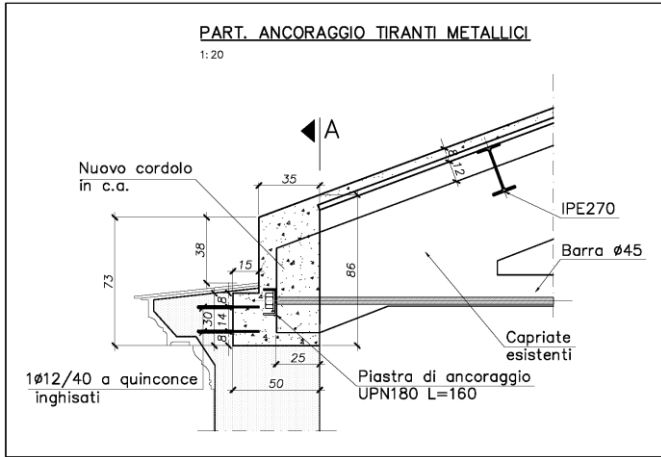


Figura 7. Dettaglio dell'ancoraggio nuovo tirante metallico/ Detail of the anchoring of the tie frame

L'immagine seguente, mostra i due tiranti posizionati all'interno dello spazio fra le due capriate all'altezza della catena esistente in c.a.

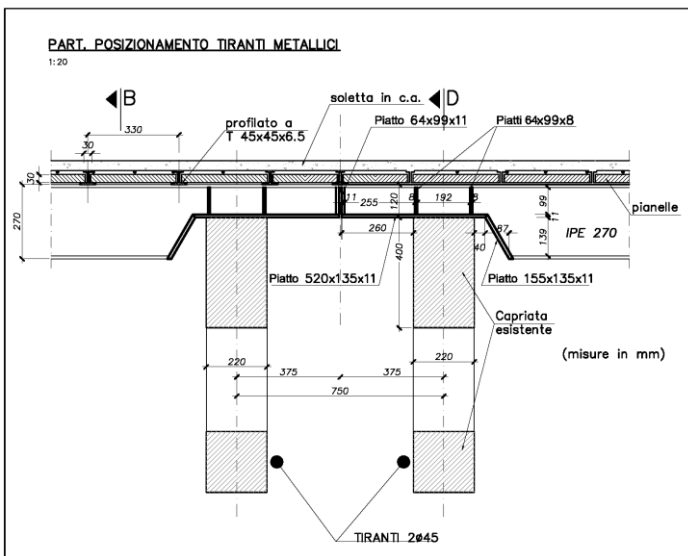


Figura 8. Dettaglio posizionamento nuovo tirante metallico/ Detail of the new tie frame



## Edificio 8

Il Padiglione è a pianta rettangolare, coperto con un tetto a due falde, misura 92.00 x 16.00 m per un'altezza di 9.15 m all'imposta della copertura. E' interamente in muratura con copertura a falde sostenuta da capriate tipo "Polonceau" in acciaio, disposte ogni 6,00m circa e struttura secondaria e terziaria in profili di acciaio.

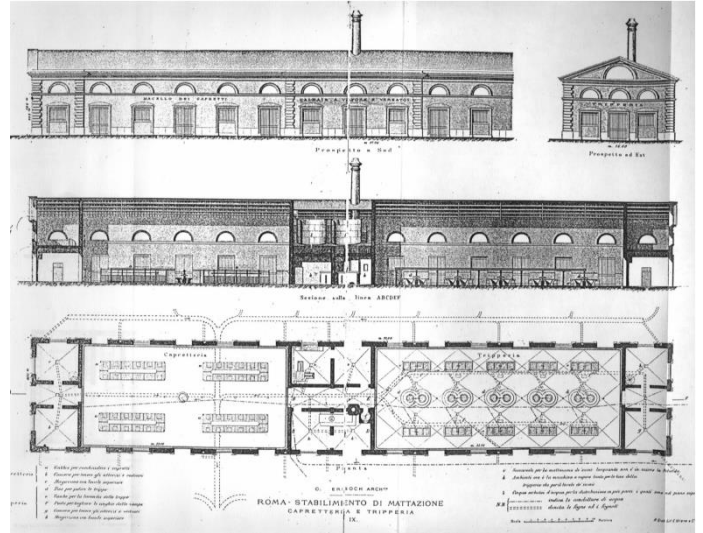


Figura 10. Il Padiglione 8 nel progetto originario del 1900/ Original drawings of Pavilion 8, year 1900

Il Padiglione 8 è stato interessato, contemporaneamente, da due interventi differenti nelle due ali contrapposte. Nell'ala est dell'edificio sono stati realizzati due livelli attraverso la costruzione di un solaio intermedio ottenendo un'aula di dimensioni 18x14m circa ed una zona dedicata a laboratori. Nell'ala ovest è stata realizzata l'aula magna per la facoltà di architettura Roma Tre, sfruttando l'intera altezza del padiglione.

Lo scopo è stato quello di mettere a confronto le due tecnologie costruttive utilizzate per i due diversi interventi. Il solaio nell'ala est è stato realizzato in acciaio con putrelle di circa 11m di luce, lamiera grecata e getto di completamento; nell'ala ovest l'aula magna invece è stata realizzata interamente in c.a. gettato in opera, giuntata rispetto alla struttura in muratura esistente. La struttura dell'aula è stata, mediante una soletta inclinata, sagomata a gradoni ed è sostenuta da quattro setti verticali anch'essi in c.a. che spiccano da una platea in c.a. gettata in opera dello spessore di 45cm.

A lavori eseguiti, si può testimoniare che il sistema costruttivo in c.a. gettato in opera è risultato essere il più opportuno all'intervento. Durante le fasi realizzative, rispetto alla tecnologia in acciaio (utilizzata per

la costruzione del solaio intermedio nella parte est del padiglione), questo intervento si è dimostrato maggiormente adatto, sia per le condizioni di svolgimento delle attività (essendo l'area interessata dall'attività universitaria verso la quale non è stata prevista nessuna interruzione), sia per la facilità con la quale si è potuta realizzare la struttura della cavea all'interno dell'edificio esistente, senza la necessità di movimentare grossi elementi prefabbricati.

Anche la realizzazione delle scale interne, eseguite sia in acciaio che in c.a. gettato in opera, ha dimostrato la validità della tecnologia in c.a., sia dal punto di vista della semplicità realizzativa che dal punto di vista economico.

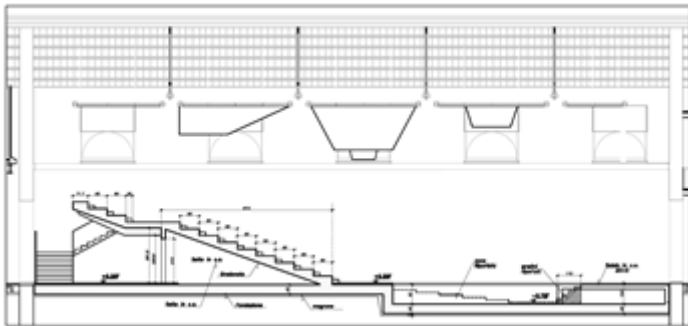


Figura 11. Sezione dell'aula magna/ Cross section of the Aula Magna



Figura 12. Vista aula magna Padiglione 8/ View of the Aula Magna



Figura 13. Vista esterna del Padiglione 8/ External view of pavilion 8

### 3 CONCLUSIONI

L'utilizzo del c.a. a partire da inizio secolo, in edilizia civile ed industriale, ha fortemente inciso sulla produzione architettonica. Le caratteristiche espressive e le capacità strutturali lo hanno reso uno dei materiali privilegiati dagli architetti del periodo razionalista. In edilizia industriale è stato prevalentemente utilizzato per la realizzazione di strutture orizzontali come solai e coperture anche di grandi luci.

Per quasi cento anni, a partire dal 1850 la tecnologia del c.a. si è sviluppata prevalentemente sui cantieri e con criteri quasi esclusivamente empirici. Solo a partire dal 1950 la ricerca ha dato un contributo allo sviluppo di questo materiale che ha influito sull'evoluzione delle tipologie edilizie e sulle tecniche costruttive e di calcolo. Nonostante ciò, l'attività dei progettisti, ha fatto sì che molte di queste strutture realizzate ad inizio secolo conservino ancora oggi la loro integrità funzionale.

Testimonianza di ciò è la copertura del Padiglione 2B; nonostante le dimensionamenti di queste strutture non fossero ancora supportati da adeguati studi teorici, le capriate in c.a. risultano oggi adeguatamente dimensionati. Nel caso specifico gli interventi di consolidamento sono consistiti solo nella ricostruzione dei copriferri e nella messa in opera di un doppio tirante in acciaio per ogni coppia di capriate (ad integrazione delle catene esistenti in c.a.), con il solo fine di sopperire alle maggiori sollecitazioni dovute ad un incremento dei carichi di progetto sul tetto.

Nel caso del Padiglione 8 invece, con verifica diretta, si è voluto mettere in evidenza la validità dell'uso del cemento armato gettato in opera, negli interventi di recupero dell'esistente. In questo caso particolare si è potuto fare un confronto fra c.a. e acciaio, avendo realizzato contemporaneamente due diversi

interventi con differente tecnologia, all'interno dello stesso edificio esistente contemporaneamente.

In questo caso specifico, il sistema costruttivo in c.a. gettato in opera si è dimostrato maggiormente adatto in fase costruttiva, sia per le condizioni di cantierizzazione (essendo l'area interessata dall'attività universitaria che non ha subito, e non poteva subire interruzioni durante i lavori), sia per la facilità con la quale si è potuta realizzare la struttura della cavea all'interno dell'edificio esistente senza la necessità di movimentare grossi elementi. Contrariamente, per la realizzazione del solaio intermedio realizzato con travi in acciaio nell'altra parte dello stesso edificio, la movimentazione delle grosse travi di acciaio ha impegnato le imprese esecutrici fuori dall'orario dell'attività universitaria. Anche per la realizzazione degli elementi secondari come ad esempio le scale, quelle con struttura in c.a. hanno dimostrato maggiore facilità costruttiva e maggiore convenienza economica rispetto alle analoghe opere realizzate con struttura in acciaio.

Per questi tipi di intervento quindi, l'utilizzo della tecnologia in c.a. gettato in opera si è dimostrata una valida alternativa.

The use of r.c. in civil and industrial construction, from the beginning of the century, has strongly influenced the architecture. The expressive characteristics and structural performances have made of r.c. one of the most selected materials by architects of the rationalist period. In industrial building it has been mainly used for the realization of horizontal structures such as floors and roofs, also in case of large spans.

For almost a hundred years, since 1850 the technology of r.c. has been developed mainly on construction sites according to empirical criteria. Only after 1950 research contributed to the development of this material. Nevertheless many of these structures, built at the beginning of century, are functional even now.

Evidence of this is the roof of Pavilion 2B; despite structures were not supported by adequate theoretical studies, the r.c. trusses can be considered adequately dimensioned. Therefore the interventions of consolidation can consist in the reconstruction of concrete cover, and in the implementation of a double steel tie for each pair of trusses only, with the sole purpose of satisfying the design loads of the new technical code.

The case of Pavilion 8 highlighted the validity of using the reinforced concrete cast on site.

In this case, the building r.c. system realized on site was compatible with the construction phase.

Even for the realization of secondary elements, such as the stairs the use of r.c. permitted an easy

realization and minor costs if compared to similar works realized with steel structure.



Figura 14. Vista interna del Padiglione 8/ Internal view of pavilion 8

## RINGRAZIAMENTI

Per il materiale fotografico e gli elaborati costruttivi si ringrazia la Inge.Co. srl di Roma.

## BIBLIOGRAFIA

- Aitec, "Il secolo del cemento", supplemento al n. 757 – L'industria italiana del cemento, settembre 2000.
- C. Bonfanti, E.Dassori, C. Failla, G. Toniolo, Italian technology of precast concrete roof element", Atti 16° Congresso BIBM, 1999.
- M.Lavizzari ed altri, "L'evoluzione del settore (strutture, tubi, blocchi, calcestruzzo cellulare, fibrocemento, traverse, pali, cabine, inserti)", in Beton n.5 1988.
- Bergami A., Matteoli M, Nuti C, Pierucci D, Annoni L (2011). Adeguamento sismico e strutturale di un edificio del 1912. In: atti delle giornate aicap 2011. Padova, 19-21 may 2011
- Mezzina M., Uva G., Greco R. (2008) - Sicurezza e conservazione delle prime costruzioni in calcestruzzo armato, Città Studi Edizioni
- Nelva R., Signorelli B. (1990) - Avvento ed evoluzione / , del calcestruzzo armato in Italia: il metodo Hennebique, Ed. AITEC.
- Podestà, S., L. Scandolo, L. (2010) - La valutazione della sicurezza nelle strutture storiche in conglomerato cementizio armato, IUSS Press. Progettazione Sismica, N.3